

La presente Hoja y Memoria han sido realizadas por ENADIMSA, con normas, dirección y supervisión del IGME, habiendo intervenido:

*En Cartografía y Memoria:* José Baena Pérez, Lic. en Ciencias Geológicas, con la colaboración de Trinidad Torres y Perezhidalgo, Ingeniero de Minas; en el Complejo Maláguide y zona intermedia, Titte Geel y Th. B. Roep, por la Universidad de Amsterdam; en Sedimentología, José Ubaldo Martínez y M.<sup>a</sup> Carmen Fernández Luanco, Licenciados en Ciencias Geológicas; en Micropaleontología, Carlos Martínez Díaz, Dr. Ingeniero de Minas, y Luis F. Granados Granados, Licenciado en Ciencias Geológicas; en Macropaleontología, Trinidad del Pan Arana, Dra. Licenciada en Ciencias Naturales; en Petrografía, Amparo de las Heras, Licenciada en Ciencias Geológicas.  
Supervisor por el IGME, P. Ruiz.

## INFORMACION COMPLEMENTARIA

Se pone en conocimiento del lector que en el Instituto Geológico y Minero de España existe para su consulta una documentación complementaria de esta Hoja y Memoria, constituida fundamentalmente por.

- Muestras y sus correspondientes preparaciones.
- Informes petrográficos, paleontológicos, etc., de dichas muestras.
- Columnas estratigráficas de detalle con estudios sedimentológicos.
- Fichas bibliográficas, fotografías y demás información varia.

Servicio de Publicaciones - Claudio Coello, 44 - Madrid-1

Depósito Legal: M-36.950-1977

Imprenta IDEAL - Chile, 27 - Teléf. 259 57 55 - Madrid-16

## INTRODUCCION

La Hoja de Vélez Blanco está situada en la zona oriental de las Cordilleras Béticas. En éstas se distinguen varias zonas, caracterizadas por poseer una historia geológica propia. De Norte a Sur se distinguen: zona Prebética, zona Subbética y zona Bética. En nuestra Hoja se encuentran materiales pertenecientes a las zonas Subbética y Bética.

La geología de esta región ha sido, y continúa siendo, estudiada por diversos geólogos holandeses. Las publicaciones que afectan directamente a la Hoja son muy locales y se refieren a describir algunas observaciones. Desde el punto de vista cartográfico, sólo existía un mapa no interpretativo de las principales formaciones litoestratigráficas realizadas por geólogos holandeses y que hemos utilizado en parte.

La zona Bética de esta Hoja es posiblemente la mejor estudiada hasta hoy por la Escuela Holandesa, así como la de las Hojas situadas más hacia el sur. En ella se distinguen el Complejo Alpujárride y el Complejo Maláguide.

Al norte de la parte Bética se encuentra el Subbético, que según los geólogos holandeses (GEEL y otros) corresponde a una misma unidad paleogeográfica y tectónica. Quizá sea aquí donde las diferencias de criterios entre la Escuela holandesa y nosotros sea mayor, puesto que aun siendo grandes las dificultades que presenta esta zona para su interpretación,

pensamos que existen dos unidades tectónicas, cuyas diferencias serán posteriormente descritas. La Unidad inferior la denominamos Subbético y la superior Penibético (s.l.), queriendo significar esta denominación un origen más meridional de esta Unidad, y más cerca, por tanto, al Bético.

Entre las zonas Bética y Subbética se encuentran varias formaciones terciarias, cuya asignación a una u otra zona es muy discutible. Las incluimos en la zona Intermedia de acuerdo con T. GEEL y Th. B. ROEP.

Dado el tipo de trabajo realizado, y la enorme complejidad de esta Hoja, comprendemos, y queremos hacer comprender, que algunas de sus interpretaciones deberán de someterse a revisión en el futuro, pero que la gran cantidad y variedad de observaciones encaja en su mayor parte dentro de la idea de dos unidades tectónicas del Subbético.

Por tanto, consideraremos los siguientes apartados, para la descripción de las distintas formaciones:

- Complejo Alpujárride.
- Complejo Maláguide.
- Zona Subbética.
  - a) Subbético.
  - b) Penibético (s.l.).
- Zona Intermedia.
- Sedimentos Post-Manto.

## 1 ESTRATIGRAFIA

### 1.1 COMPLEJO ALPUJARRIDE

El Complejo Alpujárride, que en la Hoja de Vélez Rubio, al sur de la que nos ocupa, abarca la mayor parte de su superficie, está aquí muy poco representado. Sus afloramientos se limitan al borde SE. de la Hoja (Zona de la Alquería), donde aparecen cabaigados por los materiales del Complejo Maláguide.

La secuencia que aparece aquí es incompleta, aflorando sólo la parte más alta, constituida por filitas y carbonatos.

#### 1.1.1 PERMICO-TRIÁSICO INFERIOR (P-T<sub>1</sub>)

Las rocas de esta formación se reconocen por su color azulado o gris claro. En ellas se distinguen varios miembros litológicos, de los cuales están aquí representados sólo los más superiores:

#### 1.ª Serie filítica gris acerado y púrpura.

Se trata de rocas filíticas con intercalaciones de capas cuarcíticas verdosas o azuladas. Las filitas gris-aceradas pasan hacia arriba a filitas púrpuras, siendo gradual el cambio de color.

Interestratificadas con las filitas aparecen rocas carbonatadas finamente laminadas, en lechos gris claro, que por meteorización dan un color característico marrón oscuro. La potencia de esta serie es de unos 500 m. Las filitas púrpura sólo llegan a algunas decenas de metros.

#### 2.ª Serie cuarcítica blanca.

Son cuarcitas blancas y grisáceas, en las que se desarrollan planos de estratificación. Comúnmente son de colores rojos debido al hierro que contienen. Se observan a veces «current lamination». Existen lechos conglomeráticos, incluidos en estas rocas, con cantos subredondeados de cuarzo, rocas volcánicas ácidas y cuarcitas ricas en turmalina.

La potencia de esta serie es de cincuenta metros.

#### 3.ª Serie filítica gris-azulada.

El techo de esta formación consiste en rocas filíticas de color gris claro a gris oscuro con tonalidades púrpuras o verdosas. Son menos visibles que la serie filítica púrpura.

Las diferencias de color entre esta serie y la 1.ª no son claras, especialmente en las regiones muy afectadas tectónicamente.

Las rocas carbonatadas que aquí se presentan, están intercaladas en el techo de la serie, marcando la transición con la serie calcárea que se le superpone.

La potencia de la serie, normalmente, es de unos 20 m.

En esta zona se han encontrado, entre el contacto con el Complejo Maláguide y las calizas, micaesquistos con grandes cristales de granate y cloritoide. Este es un hecho a destacar, ya que no han sido descritos hasta ahora en esta formación, ni tampoco en la Hoja colindante de Vélez Rubio. Pensamos que parte de esta formación ha estado sometida a un metamorfismo mesozonal, o bien pudiera estar representada en la Hoja de Vélez Blanco la formación denominada por los geólogos holandeses «Formación Moreno-Montesinos» de la Hoja de Vélez Rubio, de edad Precámbrico-Carbonífero. Por el color azulado, predominante en la zona, más bien parecen pertenecer al Permo-Triásico.

Esta formación, paleontológicamente hablando, es totalmente estéril. Se ha intentado la búsqueda de conodontos en las intercalaciones carbonatadas, pero sin éxito.

Es discordante más hacia el sur sobre la formación Precámbrico-Carbonífero. No se ha encontrado evidencia de discordancia entre esta formación y la suprayacente, la cual incluye carbonatos del Triásico Medio. Por tanto, se le asignará a esta formación una edad Pérmico-Triásico.

#### 1.1.2 TRIASICO MEDIO SUPERIOR (T<sub>A2-A3</sub>)

Consiste en calizas y dolomías. La parte basal contiene calizas finamente laminadas, amarillas y ocreas, con algunas capas intercaladas de filitas gris plateado o azules. Encima se encuentran calizas de potencia mediana o grande, así como dolomías calcáreas. Hacia arriba, la serie pasa gradualmente a dolomías de colores gris claro, de considerable potencia, que constituyen la parte principal de la formación.

Existen fuertes cambios laterales y verticales de calizas a dolomías. La recrystalización varía considerablemente en cortas distancias.

En algunos lugares las rocas carbonatadas contienen restos de crinoides y fragmentos de conchas. Al sur de esta zona, en la Sierra de las Estancias, afloran delgadas capas de calizas ricas en algas calcáreas, entre las que M. LEMOINE reconoció algunas variedades de *Diplophora annulata* SCHAFT, que indican una edad Ladinense. Estas capas afloran a unos 200 m. de la base de la formación, con lo que se puede establecer con seguridad que la formación contiene carbonatos del Triásico Medio, no descartando la posibilidad de que también incluya rocas del Triásico Superior.

La potencia, aunque variable, sobre todo por perturbaciones tectónicas, alcanza un máximo de 300 m.

### 1.2 COMPLEJO MALAGUIDE

Ocupa el Complejo Maláguide un triángulo en el borde sur de la Hoja, cuya hipotenusa queda determinada por el cauce del río Corneiros. Dentro de este Complejo se pueden distinguir las siguientes formaciones:

#### 1.2.1 SILURICO-CARBONIFERO (S-H)

Está compuesto esencialmente por pizarras de color verde oliva y grauvacas, apareciendo con menor frecuencia calizas y filitas.

Se han distinguido, según GEEL, siete miembros litológicamente diferentes, aunque sus relaciones de edad resultan desconocidas en muchas ocasiones.

##### A) Miembro filítico abigarrado

Compuesto por capas delgadas y muy delgadas de filitas verdosas, azuladas, grises y amarillentas. Localmente se pueden presentar intercalaciones de calizas marrones, finamente laminadas.

Las filitas consisten en una masa sublitográfica de láminas paralelas de mica y clorita con algunos granos de cuarzo. Las calizas están formadas por un mosaico de carbonatos con impurezas.

Las calizas contienen crinoides y radiolarios indeterminables.

##### B) Miembro de calizas de tentaculites

Se trata de calizas finamente laminadas o en capas delgadas, grisáceas o amarillentas, alternando con pizarras blanquecinas o grisáceas. Localmente pueden presentarse acompañadas por capas delgadas de cuarcita.

Se puede observar la superficie de la caliza repleta de tentaculites. En algunos lugares se intercalan entre las calizas un conglomerado formado por cantos aplanados de caliza de tentaculites.

Las cuarcitas pueden presentar alguna microestratificación cruzada y «burrow casts», así como otras marcas de suelo.

Las calizas presentan una textura sublitográfica de cristales alargados y paralelos de carbonatos con cuarzo autígeno, feldespatos alcalinos, fragmentos de equinodermos y secciones de tentaculites.

Las cuarcitas son ortocuarcitas calcáreas con cuarzo, plagioclasa sódica y mica blanca.

Este miembro contiene fragmentos de trilobites, crinoides y equinodermos, todos ellos indeterminables, así como tentaculites (Novakia?; Stilolina, *Spathoquathodus frankenwaldensis* BISCHOFF y SANNEMANN, del Devónico Inferior), así como conodontos del Eifelense.

##### C) Miembro de calizas de conodontos

Miembro compuesto por capas muy delgadas de calizas azules y pizarras del mismo color con lentejones de sílex negro. Se encuentran en las calizas conodontos del Famenense Superior y Viselense Inferior-Medio.

Petrográficamente las calizas presentan textura sublitográfica de cristales de carbonatos, cuarzo autígeno, feldespatos alcalinos y fragmentos orgánicos.

##### D) Miembro de calizas alabeadas

Constituido por calizas azul oscuro en capas finas a gruesas y lutitas, con intercalaciones de grauvacas. Su color es amarillo y marrón. Se han observado diversas estructuras sedimentarias, «slumps», «flute» y «groove casts», así como fragmentos de plantas.

Las calizas llevan cuarzo, plagioclasa sódica, láminas de mica y fragmentos de roca.

##### E) Miembro de pizarras y grauvacas

Este miembro está compuesto por elementos finos y gruesos. Los ele-

mentos finos están constituidos por capas laminadas de pizarra y lutitas cuarcíticas de colores verdosos o marrones. Pueden aparecer intercalaciones oscuras de sílex, de pequeño a mediano espesor.

Los elementos más gruesos son grauvacas, que se presentan en paquetes potentes de color gris azulado en fractura fresca y que cuando se meteorizan toman colores verdosos o marrón oscuro.

Se han observado «flute», «groove» y «load casts», así como fragmentos de plantas orientadas linealmente.

Las grauvacas están compuestas de fragmentos de rocas y granos minerales pobremente clasificados empastados por una matriz de grano fino. Los minerales más importantes son: cuarzo, plagioclasa sódica no alterada, albita débilmente sericitizada y mica blanca. Los fragmentos de rocas son: rocas volcánicas ácidas, metamórficas e ígneas, así como «chert» bandeado, a veces intensamente mineralizado.

Las plantas probablemente sean de edad Devónico Superior-Carbonífero.

#### **F) Miembro de conglomerado polimictico**

Colocamos en este miembro las intercalaciones existentes en las grauvacas del miembro E). El tamaño máximo de los componentes del conglomerado es fundamentalmente de 6-10 cm. (tamaño medio, 3 cm.). A veces aparecen cantos más gruesos (20-50 cm.). Los cantos están bien redondeados y muestran una disposición paralela a la estratificación.

Los principales componentes de los conglomerados son: areniscas, grauvacas, protocuarzitas, calizas y «chert», fragmentos de roca volcánica ácida, filitas, etc. La matriz es grauváquica.

Se encuentran los fósiles siguientes: Tintinnina, conodontos, radiolarios, cefalópodos y crinoides, que dan una edad Fameniense Superior. Se ha encontrado un conodonto del Carbonífero.

#### **G) Miembro de conglomerado de Marbella**

Capas muy potentes de conglomerados, en los que es muy característica la presencia de fragmentos de calizas fosilíferas azul grisáceas, cuyo tamaño varía desde medio milímetro a más de veinte metros. El resto de los componentes es idéntico a los del miembro anterior.

Se han encontrado crinoides, tetracoralarios, un goniátido, fragmentos de equinodermos, algas, briozoos y gasterópodos. También aparecen los siguientes foraminíferos: Eostafella sp. (Viseiense Sup.), Archaeodiscus sp. ¿Plectogyra? Para el conjunto de los siete miembros de esta formación, se acepta generalmente una edad Silúrico-Carbonífera.

En algunos lugares, el miembro B) se encuentra concordante sobre el A). El C) es una secuencia del E). El miembro D) a veces desaparece rápidamente, en parte debido a la tectónica y en parte por cambio lateral hacia

la facies con predominio de grauvacas del miembro E). El miembro F) forma intervalos groseros dentro del miembro E). En algunos sitios puede verse que el miembro C) recubre normalmente al E).

Se desconoce la base de la formación. Estas rocas se encuentran cabalgando al Triásico del Complejo Alpujárride. En muchos sitios, el techo de esta formación es el miembro G). A veces, durante un gran recorrido, el Permo-Triásico arenoso está en contacto con el mismo nivel de esta formación. Aunque el contacto es normalmente mecánico, este hecho es difícilmente compatible con la suposición de una fuerte fase de plegamiento hercínico.

#### **1.2.2 PERMICO-TRIASICO (P-T<sub>6</sub>)**

Se trata de una formación que comprende conglomerados rojos y blancos, areniscas, pelitas, dolomías grises y yesos. ROEP (1972) distingue cinco miembros:

##### **A) Miembro conglomerático rojo**

Este miembro se caracteriza por la alternancia de capas delgadas a gruesas, rojas a púrpuras, de conglomerados, areniscas y pizarras. Los conglomerados están pobremente clasificados, conteniendo cantos moderadamente redondeados, así como clastos de más de 17 cm. Se han encontrado secuencias gradadas con una disposición en estratificación cruzada en megaóndulas. El término de base está compuesto por conglomerados groseros, que pasan gradualmente hacia arriba a areniscas pizarrosas y conglomerados finos.

El límite superior de este término no es neto. Puede situarse en el techo de los conglomerados rojos más altos o en la base de las intercalaciones de areniscas verdes más inferiores.

##### **B) Areniscas abigarradas**

Se trata de areniscas naranjas, rojas, verdes, amarillas, blancas y marrones, pelitas y capas de pizarras. En algunos sitios aparecen conglomerados. Las areniscas alternan con capas de pizarras, y muestran generalmente «flat beds» y estructuras primarias de alineación de corriente, «trough shaped», «climbing ripples» y microestratificación cruzada.

Los detríticos están pobre o moderadamente clasificados, son subangulosos a subredondeados, englobados en una matriz carbonatada esparítica, llevan cuarzo tamaño limo, mica y arcilla. Los principales componentes, además del cuarzo, son: feldespatos alcalinos, plagioclasa sódica, mica, fragmentos de rocas volcánicas, ortocuarzitas, chert (de radiolarios), rocas volcánicas ácidas, cuarcitas y filitas.

### C) Intercalaciones dolomíticas

La parte más baja de este término está compuesto por dolomías margosas y, a veces, yesíferas. La parte alta son dolomías grises con estratificación fina, que pasan a dolomías marrones con estratificación media.

Estas dolomías tienen finas bandas fangolíticas. Como minerales subordinados se encuentran cuarzo, mica blanca y menas metálicas, frecuentemente en vetas.

### D) Conglomerados amarillos

Margas anaranjadas a rojizas, areniscas y conglomerados con intercalaciones de pizarras verdes y rojizas. Este término muestra ocasionalmente hacia arriba un decrecimiento del tamaño de grano y muestra estratificación cruzada «wedge shaped» y «burrow structures».

El componente más abundante es el cuarzo, y en menor proporción tenemos feldespatos alcalinos, chert (de radiolarios), rocas volcánicas ácidas, cuarcita y filita.

### E) Término dolomítico superior

Generalmente puede dividirse en una parte inferior margosa, otra pizarrosa y una superior dolomítica. Las pizarras margosas alternan con dolomías grisáceas.

Este término está conectado litológicamente con las rocas carbonatadas de la formación superior, y parte de él lo incluimos en dicha formación.

Esta formación no contiene fósiles. En zonas inferiores se han encontrado fósiles del Viseiense, y el primer nivel fosilífero superior a esta formación está compuesto por calizas de edad Liásica. Por tanto, tiene una edad post-Viseiense pre-Liásica. Se acepta, pues, una edad Pérmico-Triásica.

Según ROEP (1973), la potencia máxima es de alrededor de unos 500 m. El contacto con la formación infrayacente, anteriormente descrita, no se ha observado. Probablemente exista una cierta discordancia angular, pero generalmente está mecanizado.

El contacto con la formación suprayacente, que describiremos a continuación, es normal, aunque generalmente está tectonizado.

En esta formación, al igual que en la infrayacente, son frecuentes los afloramientos de diabasas.

### 1.2.3 TRIASICO SUPERIOR-JURASICO (T<sub>33</sub>-J)

Está constituido por dolomías, calizas oscuras, calizas oolíticas y

algunos niveles margosos o de calizas nodulosas rojas. La sucesión estratigráfica no es siempre fácilmente reconocible.

De abajo arriba se pueden distinguir los siguientes términos.

A) Dolomías marrones con estratificación fina a masiva y restos irreconocibles de fósiles.

B) Calizas dolomíticas, brechoideas, de color crema o rosado. En bancos potentes, en las que puede encontrarse: Ataxophragmiidos, ostrácodos, verneuillinidos y lituólidos, en las zonas menos dolomitizadas.

C) Calizas pseudoolíticas y oolíticas, color blanquecino. En ellas es posible encontrar: Ataxophragmiidos, Textuláridos, Ostrácodos, Miliólidos, moluscos, *Palaeodasycladus mediterraneus*, y *Lituosepta recoarensis*, del Liásico.

En este término, no hay terrigenos.

D) Calizas fosilíferas rojas y amarillas, mal estratificadas, a veces nodulosas, con: Braquiópodos, belemnites y ammonites del Carixiense medio-Domeriense inferior.

E) Calizas blancas, pulverulentas y con creta. En ellas se encuentran: Coccolitos, lagénidos, calcisphaerúlidos, radiolarios, fragmentos de equinodermos, belemnites y ammonites, posiblemente de edad Domeriense inferior-Dogger.

F) Calcarenitas y calcilutitas, de grano fino, color marrón-rojizo, solamente con restos de equinodermos y moluscos. Los terrigenos alcanzan un máximo del 20 por 100, consistiendo principalmente en cuarzo subangular a bien redondeado, y en menor proporción mica, feldespato y fragmentos de roca.

G) Calcarenitas groseras y oolíticas, de colores grisáceos, crema o marrón. Masivas a bien estratificadas. A veces pueden ser nodulosas. Abundan los nódulos de sílex y a veces se encuentra glauconita. Los restos fósiles consisten en: Lagénidos, moluscos, ostrácodos, gasterópodos, radiolarios, equinodermos y *Globochaete alpina*, *Protopenereopsis striata*, que dan una edad Dogger Superior-Malm inferior.

Se trata de oosparitas con 1 por 100 de cuarzo, 59 por 100 de oolitos, esparita y 5 por 100 de intraclastos.

H) Calcilutitas marrones en capas delgadas, con algunos conglomerados con cantos de caliza oolítica y calcareníticos. Tienen tintinidos del Jurásico Superior y de la parte baja del Cretácico.

Para toda esta formación se acepta edad Triásico Superior-Jurásico, aunque en el último término puede estar comprendido el Valanginiense Superior.

### 1.2.4 CRETACICO (C)

Esta formación se presenta en muy pocos puntos. Consiste en calizas

amarillentas, donde puede haber sílex negro y a veces glauconita, sobre todo en su parte inferior, donde además se encuentra la siguiente fauna: *Aptychus* y ammonites, tales como el *Alcostephanus asterianus* D'ORBIGNY, que nos indican el Valanginiense Superior y un posible Hauteriviense Inferior.

Al aparecer discordantes, encontramos biomicritas con limo y globotruncanas. Llevan un 3 por 100 de cuarzo, 2 por 100 de feldespato potásico, 65 por 100 de micrita y un 30 por 100 de fósiles. Es curiosa la presencia de feldespato tamaño limo, lo que indica un ambiente de sedimentación profundo, pero también cercano a la costa. Contiene brechas.

Estas calizas representan al Cretácico Superior (Senoniense). Su potencia no pasa de 10-15 m.

### 1.2.5 EOCENO INFERIOR-MEDIO ( $T_{2-2}^{Aa-Ab}$ )

Esta formación descansa transgresivamente sobre las calizas jurásica y cretácica.

La integran:

- Calizas arenosas con grandes foraminíferos y, a veces, nódulos de sílex.
- Calizas gris azulada, en bancos potentes, con alveolinas.
- Calcarenitas en capas muy potentes, con abundantes foraminíferos grandes y algunas intercalaciones de calcarenita arenosa y calizas de algas.
- Marga calcarenitas de color amarillento y margas con abundantes foraminíferos.

Teniendo en cuenta la presencia de alveolina, a los dos primeros términos se les asigna edad Eoceno Inferior y a las restantes Eoceno Medio.

En general, se trata de biointramicritas arenosas, a veces con glauconita, con un 2 por 100 de cuarzo, micrita, feldespatos y fósiles, entre los que se encuentran nummulites, alveolina, assilina, equinodermos, melobesia, chapmanina y discocyclina. En las margas hay fauna pelágica de edad Eoceno Medio.

Su potencia es de unos 200 m.

## 1.3 PENIBETICO

### 1.3.1 TRIASICO SUPERIOR-JURASICO INFERIOR ( $T_{03}-J_1$ )

Consiste este término en dolomías de color crema a marrón. A veces presentan intercalaciones más calcáreas, más rosadas y muy laminadas.

No se encuentran fósiles, estando ausente la presencia de detríticos no calcáreos.

Es imposible precisar la potencia, pero puede afirmarse que es mayor de 300 m. La base de esta formación es desconocida, ya que suelen estar en contacto tectónico con formaciones más modernas sobre las que se ha deslizado, o bien en contacto mecánico con formaciones de la misma unidad tectónica deslizada.

Hacia arriba pasan gradualmente a calizas, debido a un decrecimiento en el grado de dolomitización. En las calizas se ha podido llegar a datar un Pliensbachiense, por lo que datamos esta formación como Triásico Superior-Jurásico Inferior.

### 1.3.2 PLIENSBACHIENSE-TITONICO ( $J_{13-33}$ )

El contacto entre las dolomías inferiores y esta formación no siempre se realiza a la misma altura estratigráfica, aunque podemos decir que siempre tiene lugar en el Lias.

Podemos distinguir, de abajo arriba, tres zonas en esta formación:

Zona inferior, constituida por calizas micríticas y calizas rojizas algo nodulosas con: *Textuláridos*, *Palaeodasycladus mediterraneus*, *Orbitopsella* cf. *praecursor*, *Thaumatoporella parvovesiculifera* de edad Pliensbachiense s.l., y *Rhynchonella* aff. *varians* SCHLOTHEIM, R. aff. *bouchardi* DAVIDSON y *Spiriferina* cf. *monsteri* DAVIDSON de edad Toarciense.

A veces se presentan capas de calcarenita.

Esta zona varía de potencia, pero puede alcanzar los 60 ó 70 m.

Encima hay una zona media, constituida por bancos potentes y masivos de calizas oolíticas de color crema y blanco, con trocholina, clypeina, *Protopeneroplis striata*, gasterópodos, lagénidos y pseudofenderina, que comprenden el Dogger y a veces parte del Malm.

Se trata de oosparitas y oointrasparitas con el 50-70 por 100 de oolitos, 20-25 por 100 de esparita y el resto fósiles e intraclastos. Su potencia es de unos 300 m.

En la zona alta, término superior, aparecen calizas micríticas con ostrácodos, textuláridos, *Globigerina oxfordiana*, «filamentos» e indicios de cuarzo; dan una edad Oxfordiense y se presentan con una potencia de 10-12 m.

Esta formación está frecuentemente atravesada por silicificaciones de hasta varios metros de potencia, que han sustituido parcialmente el carbonato de la roca por sílice, incluyendo el de los oolitos. El núcleo de los oolitos no suele estar silicificado. También se presentan las silicificaciones en forma de nódulos y manchas más o menos extensas.

### 1.3.3 KIMMERIDGIENSE-TITONICO (J<sub>32-33</sub>)

Coronando las formaciones anteriores se presentan a veces, y no siempre con la misma edad, calizas nodulosas con ammonites («Ammonitico rosso»).

Se trata de biomicritas con: Radiolarios, saccocoma, globochaete, lagénidos, etc.

En la Sierra de María hemos encontrado en esta formación: *Taramelliceras* (*Fontannesiella*) cf. *valentinum* FONTANNES, *Progeronia* cf. *progeron* (?) VON AMMON, *Dichotomoceras* cf. *dichotomus* BUCKMAN, *Rasenia* cf. *involuta* SALFELD, *Eiaspidoceras perarmatum* SOWERBY, *Hybonotoceras* cf. *hibonotum* OPPEL. Que nos indican una edad, para este tramo, Kimmeridgiense Inferior.

En otros lugares se han encontrado: *Virgatosphinctes* cf. *transitorius* OPPEL, *Punctaptychus punctatus* VOLTZ. Que nos indican un Tithónico.

La potencia de esta formación es pequeña, no pasa de 5 m.

### 1.3.4 MALM-BARREMIENSE (J<sub>2</sub>-C<sub>14</sub>)

Está constituida esta formación por unas alternancias de margas y radiolaritas verdes. Cuando en la base de esta formación no aparecen las calizas rojizas nodulosas, las margas verdes toman una tonalidad rosácea, indicando un cambio lateral.

Es frecuente encontrar unas brechas intraformacionales marcando el tránsito Jurásico-Cretácico. También se encuentran intercaladas algunas calizas nodulosas blanco-verdosas, que presentan la siguiente asociación faunística: *Calliphyloceras* (*Holcophylloceras*) *calypso* D'ORBIGNY, *Calliphyloceras* (*Ptychophylloceras*) cf. *semisulcatum* D'ORBIGNY, *Wheatleyites* cf. *opulentus* BUCK, *Paulowia iastriensis* (?) SLOWAISKY, *Neolissoceras grassii* D'ORBIGNY, *Himalayites* sp., *Protocanthodiscus* sp., *Berriasella* sp. Que marcan el tránsito entre el Tithónico y el Neocomiense.

Los levigados de muestras de esta zona dan una gran abundancia de radiolarios, entre ellos Dictyomitra; también se han encontrado lenticulina y hedbergella. La potencia es muy variable y difícil de conocer, ya que esta formación está fuertemente tectonizada. Adosada al Jurásico, frecuentemente está en contacto tectónico con formaciones más modernas y en contacto mecánico con otras de su propia unidad tectónica.

Es frecuente encontrar esta formación en Sierra Larga, a lo largo de las fallas que afectan a las calizas jurásicas.

### 1.3.5 APTIENSE-ALBIENSE (Co<sub>15-16</sub>)

Esta formación está muy bien representada en la Rambla Seca, al O. del Pantano de Valdeinfierno. En la parte inferior y cerca del contacto con la

formación radiolarítica, son margas verdes oscuras con radiolarios y en las que apenas aparecen olistostromas y turbiditas de calizas oolíticas jurásicas, y cuando lo hacen están muy finamente estratificadas.

Hacia la parte media y superior de estas margas oscuras van abundando los olistostromas y cada vez con una potencia mayor. Las margas contienen, además de radiolarios, *Hedbergella planispira*, *H. trochoidea*, *Ticinella roberti*, y *Globigerinelloides breggiensis*. Fauna que nos indica una edad Aptiense-Albiense.

Es frecuente encontrar en estas margas yesos en rosetas de origen secundario. Contienen algo de cuarzo tamaño limo.

Los olistostromas están constituidos frecuentemente por oolitos. Algunas capas, sobre todo aquellas que están constituidas exclusivamente por oolitos, muestran una estructura gradada propia de las turbiditas. Lo más habitual es que estén formados por fragmentos de caliza oolítica (abundantes), de radiolarita y de calizas oolíticas parcial o totalmente silicificadas, así como calizas micriticas y nodulosas del Jurásico o Cretácico más inferior. Estos bloques están englobados por oolitos sueltos, frecuentemente recrecidos con nuevas capas de carbonato, por lo que tienen gran tamaño, y todo el conjunto con una matriz esparítica en la que es frecuente encontrar *Ticinella roberti* y otros foraminíferos habituales en las margas albienses.

A veces observan incluidos bloques de gran tamaño y de naturaleza caliza.

En uno de ellos, de calizas nodulosas, se han recogido: *Hatchericeras patagonense* (?) STANTON, *Acantohoplites angulicostatus* D'ORBIGNY, *Hibolites* aff. *joculum* PHILLIPS, que indican una edad Valanginiense.

Podemos, pues, decir que están representados en estos olistostromas todas las formaciones anteriores, a excepción de las dolomías jurásicas. La potencia es difícil de calcular.

### 1.3.6 CRETACICO SUPERIOR (C<sub>2</sub>)

El contacto de esta formación con la anterior es casi siempre mecánico, a lo que contribuye la plasticidad de las margas albienses.

Está constituido todo el Cretácico Superior por margas y margo-calizas blanquecinas (apenas aparecen niveles rosados, tan abundantes en el Cretácico Superior Subbético), en las que abundan niveles interestratificados de sílex de múltiples colores. Esta es otra diferencia con el Cretácico Superior Subbético, donde sólo aparecen en el Cenomaniense-Turonense.

Su característica principal es la gran abundancia de olistostromas, mucho más abundantes en el Santoniense-Campaniense.

Bajo el punto de vista micropaleontológico, se han reconocido diversos tramos, que se han cartografiado conjuntamente debido a su gran semejanza litológica: Cenomaniense Inferior con: *Ticinella roberti*, *Rotalipora apennini*.

*ca, Planomalina buxtoni, Rotalipora ticinensis*; Coniaciense con: *Globotruncana imbricata*; Santoniense con: *Globotruncana concavata, G. angusticarinata, Planoglobulina aff. acervulinoides*; Campaniense con: *Gl. calcarata, Gl. elevata, Gl. plicata, Gl. stuartiformis, Pseudotextularia elegans*; Campaniense Superior-Maastrichtiense Inferior con: *Gl. stuartiformis, Gl. plicata, Neoflabellina ex. gr. gibbera, Pseudotextularia elegans*.

Los olistostromas están constituidos por retazos de margas albienses incluidas en esta formación, así como bloques de calizas oolíticas (a veces silicificadas), constituyendo bancos interestratificados con un cemento oosparítico y algo de micrita. Los restos de micrita llevan Globotruncanas, mientras que la intrasparita es muy similar a la del Jurásico. Es muy frecuente que la esparita que cementa los oolitos esté bastante maclada, lo que indica que ha estado sometida a una serie de esfuerzos, posiblemente los que han provocado la aloctonía de esta serie.

Otras veces se trata de verdaderas turbiditas oolíticas, finamente estratificadas.

Es muy frecuente encontrar bajo esta formación el Cretácico Superior Subbético, autóctono por tanto, también con fauna pelágica, a veces de la misma edad. Se distingue bien, ya que no lleva ningún olistostroma.

### 1.3.7 EOCENO MEDIO (T<sub>2</sub><sup>ab</sup>)

En el valle situado al S. de Piedras Bermejas y al parecer en contacto mecánico, con el Cretácico Superior, en una zona terriblemente compleja, hemos encontrado esta formación, cabalgando a margas aquitanienses autóctonas.

Se trata de margocalizas blancas, margas y calcarenitas o calcirruditas con grandes foraminíferos (sobre todo nummulites). A veces estas calcarenitas llevan secuencias gradadas. También aquí hemos observado olistostromas oolíticos y lentejones de margas Albienses o del Cretácico Superior.

En las margas se ha encontrado: *Globigerapsis index, Truncorotaloides topilensis, Catapsydrax aff. dissimilis, Globorotalia spinulosa, G. crassata densa*, nummulites y fauna resedimentada del Cretácico.

Entre los macroforaminíferos se encuentran: *Nummulites perforatus* MONTFORT, *Nummulites cf. millicaput* BOUBEE, *Assilina exponens* SOWERBY, *Smilotrochus incurvus* D'ARCHIARC, *Serpula spirulaea* LAMARCK, radiolas de equínidos.

Toda esta fauna parece indicarnos una edad Luteciense. Hemos de hacer resaltar aquí que esta formación sólo la hemos observado en dos puntos y en unos afloramientos muy diminutos. Desde luego no tiene ningún parecido a las facies del Luteciense del resto de la Hoja. El Luteciense Subbético es más bien margoso y con fauna pelágica, mientras que la facies de estos

dos afloramientos es más bien nerítica, constituyendo verdaderas lumaquelas de foraminíferos.

### 1.3.8 OLIGOCENO SUPERIOR-AQUITANIENSE (T<sub>3-11</sub><sup>A-Ba</sup>)

Aparece esta formación en el Cortijo del Puerto, al S. del Gabar, formando un suave anticlinal. Se encuentra discordante sobre el Cretácico Superior de esta misma unidad tectónica, aunque la discordancia angular no es muy pronunciada, al menos no se observa bien si faltan claramente todos los sedimentos entre el Cretácico Superior (Santoniense) y el Oligoceno.

Está constituida por calizas y margas. Las calizas son biomicritas con un 60 por 100 de fósiles y un 30 por 100 de biomicrita y 1 por 100 de cuarzo, se han encontrado en estas calizas: Amphisteginas, operculinas, lepidocyclinas, miogypsinas, etc...

En las margas se han encontrado: *Nonion soldanii, Cassidulina laevigata carinata, Asterigina planorbis, Catapsydrax dissimilis, Globorotalia kugleri*. Todo lo cual nos indica una edad Oligoceno terminal-Aquitaniense.

## 1.4 SUBBETICO

### 1.4.1 TRIASICO (T<sub>c</sub>)

Aparece solamente en el ángulo NE. de la Hoja, y en contacto mecánico (diapírico) con el Cretácico Superior y Eoceno.

Presenta la facies característica del Trias germano-andaluz (de BLUMENTHAL y FALLOT). Se compone de arcillas abigarradas, areniscas en capas delgadas, yesos abigarrados, dolomías y algunas «ofitas». Abundan las arcillas de tonalidades rojizas y versosas, a veces muy oscuras.

### 1.4.2 NEOCOMIENSE-BARREMIENSE (C<sub>11-14</sub>)

Sólo aparece esta formación en la Atalaya, al N. y NO. de Piedras Bermejas, cabalgada por el Cretácico penibético, del cual se diferencia por la escasez en contenido de radiolaritas (aunque también hay radiolarios) y por poseer una mayor abundancia de óxidos de hierro.

Está constituida por margas y margas verdosas, en las que es frecuente la presencia de ammonites: *Phylloceras (Phyllopachyceras) infundibulum, Hypophylloceras cf. knoxvillensis* STANTON, NEUMAYER, *Halcostephanus astieri* D'ORBIGNY, *Halcostephanus (subastieria) sulcosa* PAULOW, *Lamaellaptychus angulicostatus* PICTET-LORIAL, que indican edad Neocomiense.

Su potencia es imposible de conocer, ya que no aparece su base y además está bastante tectonizado.

### 1.4.3 APTIENSE-ALBIENSE (C<sub>15-16</sub>)

El contacto de esta serie con la anterior, en los pocos sitios donde puede observarse, es mecánico. Se trata de micritas arcillosas verde oscuro, a ve-



ces prácticamente arcillas (40-60 por 100 de montmorillonita), con abundante pirita oxidada y niveles con algo de cuarzo tamaño limo o más grueso. Abundan rosetas de yeso de origen secundario, posiblemente derivado de la oxidación de los sulfuros primarios (pirita).

No abundan los radiolarios, sobre todo en la parte E. de la Hoja, encontrándose una fauna pelágica con: *Marsonella oxycona*, *Hedbergella* cf. *digitalis*, *H. planispira*, *H. trochoidea*, *H. infracretacea*, *Ticinella roberti*, *Biticinella breggiensis*, y *Rotalipora ticinensis*, que nos definen una edad Aptiense-Albiense. En estas margas no hemos encontrado olistostromas.

Debido a sus características mecánicas, su contacto con las demás formaciones es siempre mecánico, a veces diapírico. En muchos casos ha actuado como nivel de despegue, siendo así que muchas zonas de margocalizas del Cretácico Superior y Eoceno del NO. de la Hoja se han deslizado a favor de estas margas arcillosas, poniéndose en contacto mecánico con diversas estructuras situadas más al sur.

#### 1.4.4 CENOMANIENSE-TURONIENSE (C<sub>21-22</sub>)

Pertenecen a esta edad calizas margosas blancas, en las que es muy frecuente la presencia de sílex negro o rojizo. En lámina delgada se clasifica la siguiente fauna: *Rotalipora cushmani*, *R. apenninica*, *R. Ticinensis*, *R. greenhornensis*, *Hedbergella planispira*, *Praeglobotruncana stephani*, etc.

El contacto con la formación anterior está generalmente mecanizado. Su potencia es variable, pero no sobrepasa los 100 m., aunque en general es mucho menor.

Esta formación sólo se ha cartografiado en algunos puntos donde aparece claramente diferenciada, incluyéndola en el término que a continuación describiremos para el resto de la Hoja.

#### 1.4.5 CRETACICO SUPERIOR-EOCENO MEDIO (C<sub>21</sub>-T<sub>2</sub><sup>Ab</sup>)

Además de la formación descrita en el apartado anterior, comprende margas y margocalizas blancas y rosadas muy finamente estratificadas. En esta formación está claramente representado todo el Cretácico Superior por una rica fauna pelágica, llegando en algunos sitios hasta el Luteciense Medio, zona más alta que se ha encontrado. El Luteciense Inferior viene dado por una fauna de: *Globorotalia aragonensis*, *G. bullbrocki*, *Globigerapsis Index* y *Globigerina linaperta*.

En general, podemos decir que en la parte noroccidental esta facies llega hasta el Paleoceno, en la parte central y occidental hasta el Maastrichtiense y en la parte sur, centro-oriental y oriental hasta el Cuisiense y Luteciense Inferior.

#### 1.4.6 PALEOCENO (T<sub>1</sub><sup>A</sup>)

Esta formación se presenta principalmente en la zona centro-occidental de la Hoja, al N. de las Almoyas, y está constituido por margas verdes alternando con calcarenitas y turbiditas. Las calcarenitas a menudo presentan estratificación gradada, con fragmentos de cuarzo, radiolarios, microcodium.

La fauna pelágica presente está constituida por: *Globigerina* aff. *spiralis*, *G. triloculinoides*, *Globorotalia pseudobulloides*, *G. velascoensis*, *G. uncinata*, *G. quadrata*, que nos definen un Paleoceno. Su potencia, como mucho, alcanza los veinte metros.

#### 1.4.7 EOCENO INFERIOR-MEDIO (T<sub>2-2</sub><sup>Aa-Ab</sup>)

Esta formación, en su mayor parte, está constituida por margas verdes y margocalizas, a veces con intercalaciones de calcarenitas. En el centro de la Hoja esta formación es totalmente margosa, conteniendo la siguiente fauna pelágica: *Globorotalia aragonensis*, *G. crassata*, *G. crassata densa*, *G. gracilis*, *G. broedermanni* del Eoceno Inferior, y *Globorotalia centralis*, *G. spinulosa*, *Catapsydrax* aff. *dissimilis*, *Globigerapsis index*, *Globigerapsis kugleri* del Eoceno Medio.

#### 1.4.8 EOCENO-OLIGOCENO (T<sub>2-3</sub><sup>A</sup>)

Al N. y NO. de la Hoja existe una serie constituida por una alternancia de calizas y margas, comprendiendo todo el Eoceno y probablemente parte del Oligoceno.

Las margas contienen: *Globorotalia crassata*, *G. crassata densa*, *G. aragonensis* y *G. gracilis* en el contacto con la facies de margocalizas rosadas del Cretácico Superior, lo que nos indica una edad Cuisiense para la base de la formación.

Hacia arriba esta serie contiene: *Globorotalia centralis*, *Globigerina venezuelana*, *Globigerina dissimilis* y *Globigerapsis index*, que corresponden a una edad Eoceno Medio-Superior.

Las calizas son biomicritas, con un 60 por 100 de fósiles y el resto micrita algo recristalizada, muestran la lámina delgada: Nummulites, discocyclina, operculina, equinodermos, melobesias, chapmanina, amphistegina y, a veces, lepidocyclina.

No hemos distinguido ningún tramo a causa de los enormes despegues mecánicos a que está sometida toda la serie. A veces se encuentran estas calizas sobre el Aptiense-Albiense, aunque su posición original era normal.

#### 1.4.9 EOCENO-OLIGOCENO ( $T_{2-9}^A$ )

Esta formación se localiza en la mitad SE. de la Hoja, presentando caracteres litológicos parecidos a la unidad anteriormente descrita. La hemos separado por la presencia de glauconita y cuarzo. En esta formación se ha datado el Luteciense, Priaboniense y Oligoceno.

#### 1.4.10 PRIABONIENSE-AQUITANIENSE ( $T_{2-11}^{Ac-Ba}$ )

Esta formación está muy bien representada en secuencia normal al N. de las Almoyas. En el resto de la Hoja suele estar muy tectonizada.

Se pueden distinguir tres miembros: En la parte inferior predominan margas y calizas margosas, biomicritas. Las calizas contienen equinodermos, briozoos, nummulites, amphisteginas, operculina, miliólidos, rotálidos, etc.

Las margas contienen: *Globorotalia cocoaensis*, *G. centralis*, *Globigerina index*, *Globigerina semiinvoluta*, que las datan como del Priaboniense.

El segundo término son calizas marrones y verdosas, que alternan con algunos niveles de margas.

Las calizas son biomicritas (hasta con un 10 por 100 de cuarzo) y con mucha glauconita, la que les da el colorido. Contienen operculina, lepidocyclina, amphistegina, discocyclina, eulepidina, etc...

Las margas que aparecen intercaladas contienen una fauna muy abundante de: *Uvigerina aueriana*, *Globigerina venezuelana*, *Globorotalia opima*, *G. nana*, etc.

En este miembro, y en algunos puntos, aparecen intercaladas tobas «andesíticas» de composición riódacítica o andesítica; su potencia no supera los 1-2 m.

En la parte alta también aparecen niveles de sílex o capas silíceas muy delgadas.

El miembro superior es predominantemente margoso, margas y margo-calizas, que contienen una fauna de: *Bolivina arta*, *Globoquadrina dehiscens*, *Stilostomella nutalli*, *Bolivina scalprata miocénica*, *Pleurostomella incrasata*, *Stilostomella curvatura spinea*, *Globigerina rhorii*, *Cassidulina laevigata*, *Uvigerina mexicana*, *Uvigerina schwageri*, de edad Aquitaniense.

El segundo término posiblemente abarque desde la parte alta del Eoceno Superior al Oligoceno o la parte baja del Aquitaniense. En algunos estratos, muy ricos en glauconita, se han localizado grandes cantidades de dientes de peces, entre los que se han clasificado: *Prionodon* sp. (?), *Odontaspis* cf. *cuspidata* AGASSIZ, *Lamna elegans* AGASSIZ, *Oxhirina desori* (?) AGASSIZ, que corresponderían a un Eoceno Superior.

Señalaremos que hemos incluido aquí algunas calizas con lepidocyclinas que aparecen en la zona oriental (Serrata del Prado y Cañada del Peñón)

que no tienen glauconita y que poseen cuarzo, apareciendo discordantes en algunas partes altas, o al menos así lo parece, sobre el Cretácico Superior.

Sobre estas calizas terciarias nos quedan bastantes dudas, quizá parte de ellas pertenezcan al Mioceno Inferior (Burdigaliense?) con fauna resedimentada. Desde luego en la región a que nos referimos, al este de la Sierra del Gigante, están parcialmente cabalgadas por las calizas del Cretácico Superior.

#### 1.4.11 EOCENO SUPERIOR-AQUITANIENSE ( $T_{2-11}^{Ac-Ba}$ )

Hemos distinguido dos formaciones de la anterior por sus diferencias litológicas. De todas formas, la interpretamos como un cambio lateral de facies.

Esta última formación se depositó más lejos de las zonas emergidas que las anteriores.

Está muy bien representada en la zona oriental (El Buitre). En líneas generales, se distingue por no llevar cuarzo ni glauconita ni intercalaciones de tobas volcánicas, ser menos rica en fauna, estar recristalizada la micrita y parcialmente dolomitizada la serie.

Se pueden distinguir tres tramos:

— Calizas o biomicritas ricas en fósiles, que lateralmente pasan a biomicritas recristalizadas a veces en bancos potentes, contienen: Esponjas, melobesias, briozoos, miliólidos, rotálidos, valvulinidos, operculinidos, etc.

— Caliza recristalizada o muy recristalizada, con un 30 por 100 de fósiles, conteniendo una fauna de: Ostrácodos, gasterópodos, rotálidos, lagénidos, valvulinidos, radiolarios, etc., muy poco determinativos. Existen algunos niveles de sílex.

— Alternancia de margas y calizas con predominio de las margas. Las margas contienen: *Globigerina* cf. *yeguaensis*, *Cibicides lobatulus*, *Nodosaria longiscata*.

### 1.5 ZONA INTERMEDIA

Dentro de lo que hemos denominado Zona Intermedia, aparecen tres formaciones neógenas cuya asignación a una u otra Zona o Complejo es discutible, y que se distinguen en el campo por su contenido detrítico y su color.

#### 1.5.1 OLIGOCENO-MIOCENO INFERIOR ( $T_{3-1}^{A-Ba}$ ) (FORMACION CIUDAD DE GRANADA)

Está constituida por areniscas calcáreas amarillas y arcillas margosas

marrón-rojizas, con un conglomerado dolomítico basal. Localmente calizas coralinas. Sus componentes derivan del Pérmico-Triásico y de la parte más inferior del Jurásico del Complejo Maláguide.

Las margas arenosas contienen abundante cuarzo y una fauna de: *Eponides praecinctus*, *E. haidingeri*, *Spiroplectammina carinata*, *Bolivina arta*, *B. scalprata miocenica*, *Vaginulopsis inversa carinata*, que nos definen un Oligoceno-Mioceno Inferior.

En las areniscas calcáreas sólo hemos encontrado heterosteginas, amphisteginas y lamelibranquios, además de un 24 por 100 de cuarzo, sílex, etc.

La formación descansa con una pequeña discordancia angular sobre las rocas del complejo Maláguide, a veces aparece un conglomerado heterogéneo en su base. Su potencia es de unos 5-10 m.

La deposición se produjo en aguas marinas someras con arrecifes coráligenos y a veces un «hard ground» que revela emersión.

#### 1.5.2 OLIGOCENO-MIOCENO INFERIOR ( $T_{3-1}^{A-Ba}$ ) (FORMACION SOLANA)

Está constituida por componentes marrones y verdosos. Presenta trazas de todas las formaciones del Complejo Maláguide y algún elemento del Subbético.

Se pueden distinguir dos términos:

##### A) Areniscas cuarzosas

Margas y arcillas verdes-grisáceas y marrones, areniscas cuarzosas, calcarenitas arenosas, muy silíceas a veces y otras veces constituidas por grandes foraminíferos resedimentados.

##### B) Areniscas polimícticas

Areniscas polimícticas amarillentas, rojizas, verdosas y calcarenitas groseras con foraminíferos.

La edad exacta de esta formación no se conoce. Los fósiles planctónicos más jóvenes indican una edad Mioceno Inferior. Posiblemente sea Oligoceno-Mioceno (?). Las arcillas margosas, a veces con un alto contenido en montmorillonita, son azoicas. Contienen cuarzo, silicificaciones de calcedonia y cristales de yeso. Se encuentran radiolarios, globorotalia, globigerina, globotruncana.

En las areniscas cuarzosas existe laminación paralela, gradada, estratificación cruzada y convoluta. Estas secuencias son propias de turbiditas. Contiene restos del Cretácico, Eoceno y Mioceno Inferior.

Las areniscas polimícticas están constituidas por calcarenitas groseras con grandes foraminíferos. También contienen secuencias turbidíticas, y una fauna con: Melobesias, lepidocyclina, amphistegina, asterocyclina y nummulites.

Quizá las formas más jóvenes estén resedimentadas, su edad sería entonces Mioceno Medio.

Puede ser que la relación entre los dos miembros sea tectónica. La base de esta formación es desconocida, así como su contacto con la formación anteriormente descrita. Hacia el norte, está tectónicamente recubierta por las formaciones del Subbético y Penibético.

#### 1.5.3 MIOCENO INFERIOR-MEDIO ( $T_{1-11}^{Ba-Ab}$ ) (FORMACION ESPEJOS)

Sus componentes son de color gris-verdoso y proceden de todas las formaciones anteriores; se pueden distinguir: margas, conglomerados, areniscas, brechas calizas y masas deslizadas como pequeños olistostromas.

En las margas se encuentra la siguiente fauna: *Globorotalia praescitula*, *G. acrostoma*, *Globigerinoides bisphaericus*, *G. trilobus*, *G. ruber*, *Cassidulina subglobosa centralis*, *Praeorbulina transitoria*.

La potencia aproximada es de unos 100 m.

El contacto de la formación con el Complejo Maláguide y con la formación Ciudad de Granada es discordante, aunque a menudo está tectonizado. Está cabalgada en la mayor parte de los casos por la formación Solana antes descrita, que se supone más antigua que ésta.

#### 1.6 SEDIMENTOS POST-MANTO

##### 1.6.1 BURDIGALIENSE SUPERIOR-LANGHIENSE INFERIOR ( $T_{12-11}^{Ba3-Bb1}$ )

Esta formación, aunque algo afectada tectónicamente, por lo general no está cabalgada por ninguna otra y descansa discordante sobre las demás.

Está constituida por biomicritas de algas, muy ricas en restos fósiles, con algo de cuarzo.

La asignación a esta formación de ciertos afloramientos de calizas es siempre problemática, pues es muy frecuente la presencia de restos resedimentados procedentes de formaciones litológicamente muy semejantes, pero de edades distintas.

Los criterios que hemos adoptado para esta datación han sido los siguientes:

- 1.º Discordancia angular clara o muy probable.
- 2.º Existencia de niveles margosos cuya fauna pelágica es indudablemente de edad Burdigaliense Superior-Langhiense Inferior.
- 3.º Presencia de olistostroma de pequeño volumen o resedimentaciones (a veces se han llegado a observar margas albienses en estas calizas).

Donde están más claramente diferenciadas estas calizas es en el norte de la Hoja, donde presentan un carácter masivo, que las hace destacar de las calizas eocenas. En el ángulo noroccidental, además de Archaeolitho-

tamium, briozoos, melobesias, gypsínidos y operculínidos, presentan elementos resedimentados del Eoceno y del Oligoceno, sobre los que se apoyan, tales como nummulites y discocyclinas.

Más hacia el este, aunque su aspecto es el mismo, se apoyan sobre el Cretácico margoso y no presentan organismos resedimentados del Eoceno-Oligoceno. Además, al S. del Collado de la Umbría, existe algún episodio margoso en la base, que contiene la siguiente fauna: *Globigerinoides trilobus*, *G. bisphaericus*, *Globorotalia praescitula*, *Bulimina alsatica*, *Globoquadrina* aff. *langhiana*, *G. dehiscens*, que nos dan una datación Burdigaliense Superior-Langhiense Inferior.

En el centro, y en la zona de las Almoyas, los criterios adoptados han sido el 1.º y el 3.º. Las calizas contienen lepidocyclinas, pero esto no quiere decir que necesariamente tenga que ser Oligoceno, y además debajo de ellas, en el Cerro de las Almoyas y en la vertiente sur, existen algunas margas cuya fauna data un Mioceno Inferior. Tenemos dudas sobre esta asignación.

Al SE. del Cortijo de Alcaide, al S. del río y encima de las biomicritas, con glauconita y dientes de peces del Priaboniense-Aquitaniense, existen unas biomicritas arenosas con trozos de caliza oolítica del Jurásico, en las que se ha reconocido: *Globigerina venezuelana*, *Praeorbulinas*, *Globorotalia* cf. *mayeri*, equinodermos, rotálidos, etc., que parecen indicar la misma edad.

En la zona oriental existe el mismo problema de resedimentación y hemos adoptado el criterio 1.º, aunque a veces, dado el carácter mecánico de muchos contactos, resulta muy difícil discernir.

Este mismo problema de resedimentación en esta formación existe también en la Hoja de Zarcilla de Ramos, y ya se habló de ello en la Memoria correspondiente.

#### 1.6.2 BURDIGALIENSE SUPERIOR-MIOCENO MEDIO ( $T_{12-1}^{Ba-Bb}$ )

Esta formación está bien representada en el valle, entre la Sierra de María y la Serrata. Está constituida por calizas arenosas con un 10 por 100 de cuarzo y un 45 por 100 de esparita, así como fragmentos de roca y glauconita.

Existen también conglomerados.

En la parte inferior contienen: *Amphisteginas*, equinodermos, *globigerinas*, *orbulinidos*, *operculinas*, etc.

Hacia arriba existen algunos niveles margosos con la fauna siguiente: *Bolivina arta*, *B. reticulata*, *Cassidulina laevigata*, *Siphonina planoconvexa*, *Globigerinoides trilobus*, *Nonion boueanum*, *Martinoiella communis*.

Es muy frecuente en esta formación la presencia de fragmentos de rocas del Maláguide. Quizá represente el tránsito entre el Mioceno Inferior-Medio

de la zona intermedia (Formación Espejos) y el depositado más al norte en plena zona Subbética.

#### 1.6.3 MIOCENO MEDIO-SUPERIOR ( $T_{1-1}^{Bb-Bc}$ )

Está exclusivamente representado en la zona SE. y pertenece a la cuenca neógena de Lorca. Se apoya sobre el Pérmico-Triásico Maláguide y está constituido por conglomerados, biomicritas recrystalizadas y algunas margas.

Las biomicritas, con un 5 por 100 de cuarzo, contienen heterosteginas, melobesias, *elphidium*, *discorbis*, etc.

Su estudio se ha realizado con mayor amplitud en la vecina Hoja de Lorca.

#### 1.6.4 MIOCENO SUPERIOR ( $T_{12}^{Ba}$ )

Está constituida por conglomerados, areniscas, limos arenosos y margas. Los conglomerados tienen matriz arenosa. Los cantos, redondeados, son de calizas jurásicas y eocenas, así como de elementos procedentes del Maláguide y Alpujárride (cuarzo, pizarras, filitas, etc.). Son bastante homogéneos y mide de 2-10 cm.

Aunque, en general, presenta características casi continentales (facies «messiniense»), en su parte más baja esta formación contiene, junto con microfauna resedimentada prácticamente de todas las formaciones margosas ya descritas, *Elphidium complanatum*, *Nonion soldanii*, *Nonion boueanum*, *Ammonia beccarii*, *Globigerinoides trilobus*, etc., que parecen indicar un Mioceno Superior o Medio-Superior.

Es necesario destacar que la enorme resedimentación y la escasez de fauna propia dificulta el reconocimiento de esta formación como Mioceno Superior, y es muy normal equivocarse y darla como Superior, o sea, Plioceno, ya que algunas facies pliocenas se parecen muchísimo a ésta.

#### 1.6.5 PLIOCENO ( $T_2^B$ )

Esta formación está representada en dos zonas, siendo sus características algo diferentes en una y otra. La primera zona está situada al oeste, en las inmediaciones del pueblo de María, y cubre en parte la formación anteriormente descrita. Aquí se presentan conglomerados y arcillas rojas. Los conglomerados están poco consolidados y a veces constituidos sólo por fragmentos de dolomía, y de calizas jurásicas. Los cantos son heterométricos y poco redondeados.

Existen gasterópodos y foraminíferos resedimentados.

La edad que se le atribuye a esta formación no es exacta, aunque suponemos que es un Plioceno de carácter continental.

La otra zona se sitúa al este y la integran preferentemente limos y arcillas, aunque existen algunos conglomerados y margas lacustres con gas-terópodos.

Sobre estas formaciones se instalan varios sistemas de glacis cuaternarios.

#### 1.6.6 DEPOSITOS CUATERNARIOS

Dentro de éstos hemos distinguido:

Un depósito de glacis antiguo QGT, aterrazado. Se localizaron en las laderas sur de las Sierras de María y del Gigante, buzando con frecuencia hacia el norte. Están muy cementados y corresponderían a la zona de mayor depósito dentro del glacis. Evidencia este buzamiento una tectónica muy reciente, tanto en su aterrazamiento como en su buzamiento.

Al norte de la Fuensanta, en la Tova, colgado sobre la Formación Solana, existe un testigo de glacis donde abundan rocas procedentes del Maláguide y Alpujárride, que faltan totalmente en glacis más inferiores y por tanto más recientes, donde solo hay elementos del Jurásico Penibético.

Parece ser que los relieves de estas calizas se han rejuvenecido aún en épocas muy recientes.

Los «glacis» más recientes (QG), se han desarrollado en zonas montañosas y forman amplias laderas con suave buzamiento. En las cercanías de los escarpes se mezclan con los derrubios de ladera más recientes. Se trata de conglomerados y arcillas, con costra de exudación en su superficie.

Los depósitos aluviales (QAI) ocupan las ramblas y lechos de los ríos, están constituidos por bloques, cantos, gravas, arenas, limos y arcillas.

El río Corneros posee alguna terraza (QT) irregularmente distribuida, bastante elevada en relación con el nivel actual del río (25 m.). Estos depósitos están siempre cementados fuertemente por costras de carbonatos, pero en Baños de la Fuensanta están cementados por sílice, posiblemente procedentes de las aguas termales de esta localidad.

Los derrubios de ladera (QL) se distribuyen por lo general en las zonas cercanas a los relieves más acentuados. A veces se han cartografiado conjuntamente con los glacis.

Al pie del Castillo de Vélez Blanco se observan travertinos (Qtr), procedentes de manantiales que drenaban la Sierra de María en épocas anteriores.

## 2 TECTONICA

### 2.1 LA TECTONICA EN EL COMPLEJO ALPUJARRIDE

La escasa extensión con que está representado este Complejo en la Hoja que nos ocupa no nos permite obtener nuevas conclusiones sobre las estructuras presentes en estos materiales. Por tanto, nos referiremos a lo ya citado para la Hoja de Vélez Rubio, situada más al sur.

Desde luego no ha podido comprobarse la existencia de una fase de plegamiento hercínico que afecte a este Complejo.

#### ESTRUCTURAS MEGASCOPICAS

Los fenómenos más abundantes son las fallas inversas, buzantes al norte, que se presentan tanto en este Complejo como en el Maláguide. Estas estructuras son el resultado de una fase de movimientos en dirección sur.

Una de estas estructuras, la mayor, hace cabalgar el Complejo Maláguide sobre el Alpujárride, y aunque en la Hoja presenta un carácter geométricamente irregular, hacia el SO. toma la dirección ENE-OSO., conservándola durante más de treinta kilómetros.

Estas estructuras son también responsables de que la serie filítica cabalgue a la calcárea (más moderna) y hasta es posible que hagan aparecer series más antiguas del Complejo Alpujárride (presencia de esquistos con granates).

A veces, las calizas descansan casi horizontalmente sobre la formación filítica plegada. Esto se debe a despegues mecánicos, seguidos de deslizamientos de gravedad, debido a elevaciones locales.

#### ESTRUCTURAS MESOSCOPICAS Y MICROSCOPICAS

Durante el plegamiento alpino se pueden distinguir al menos tres fases de deformación, seguidas de una fase de «kink bands». Sobre estas deformaciones remitimos al lector interesado a la memoria de la Hoja de Vélez Rubio.

Un hecho interesante es que todas las investigaciones realizadas por los geólogos de la escuela holandesa en las áreas alpujárrides, dan para toda la formación del Complejo idéntica sucesión de fases de deformación.

La primera fase de deformación es de naturaleza sinmetamórfica, la dirección de acortamiento es NNE-SSO. a NE-SO. Esta fase está relacionada con una etapa de formación inicial de una zona de unidades ca-

balgadas D<sub>2</sub> está relacionada con las imbricaciones megascópicas y con las fallas inversas.

## 2.2 LA TECTONICA EN EL COMPLEJO MALAGUIDE

La tectónica en el Complejo Maláguide es más compleja y difícil de estudiar. Durante una primera fase inicial de apilamiento se formaron dos subunidades de primer orden:

Un grupo, estratigráficamente constituido por rocas paleozoicas y permotriásicas; otro grupo, que además contiene rocas sedimentarias de edad post-triásica.

Una primera fase reconocible de cabalgamientos (ver GEEL, T. 1973), produce un apilamiento de subunidades de segundo orden. Una segunda fase, da como resultado una fuerte imbricación (al N.) y fallas inversas, y afecta a las masas cabalgadas en la primera fase (al igual que en el Complejo Alpujárride). Posteriormente a las últimas fases tectónicas, fallas normales transversales complican la ya caótica disposición.

Este Complejo está menos microplegado que el Alpujárride. Sólo las pizarras y lutitas del Paleozoico están microplegadas, con una débil crenulación. En las grauvacas más competentes se producen fallas inversas y estructuras imbricadas. También hay estructuras de «slumping».

Las rocas carbonatadas se despegan de los materiales infrayacentes, dando pliegues disarmónicos. Se disponen en series muy rotas y plegadas con estructuras relativamente abiertas, que pasan a corrimientos en los flancos sur de las estructuras.

Las dos fases de cabalgamiento aquí distinguidas, afectan a rocas de edades que van del Paleozoico al Oligo-Mioceno. La formación Espejos (Burdigaliense Inferior-Langhiense Superior de la Zona Intermedia) no se ha encontrado nunca imbricada en la serie de rocas Maláguides, por tanto, la edad de estas fases es Mioceno Inferior, probablemente Burdigaliense Inferior-Medio.

## 2.3 TECTONICA EN EL PENIBETICO (s.l.)

En principio, aclararemos que nosotros empleamos esta denominación «penibético» para definir una unidad tectónica, cuyas características litostratigráficas, sobre todo en lo concerniente al Jurásico, son parecidas a muchas de las unidades descritas como Penibético en transversales más occidentales.

En definitiva, se trata de un Jurásico potente, constituido en su mayor parte por dolomías y calizas oolíticas, que incluyen siempre el Dogger,

a diferencia de las del Subbético, que llegan sólo hasta el Lias. En la parte alta, llevan calizas nodulosas.

El Cretácico Inferior es radiolarítico, el Jurásico Superior a veces también, el Aptiense-Albiense posee olistostromas en su parte superior, y el Cretácico Superior es muy rico en sílex, no abundan en él los niveles rosados y lleva intercalados olistostromas hasta el Campaniense-Maastrichtiense Inferior.

El Eoceno (Luteciense) es también olistostromático y con turbiditas que transportan grandes foraminíferos (Nummulites).

El Oligoceno Superior-Aquitaniense es discordante.

Consideramos el Penibético como una unidad tectónica alóctona, deslizada sobre el Subbético, cuya raíz o ámbito original de sedimentación estaría situado más hacia el sur. Esta unidad a veces se clava mecánicamente en las series subbéticas (sobre todo en el frente del cabalgamiento).

Esta idea de aloctonía, expresada aquí por vez primera, permite explicar los siguientes fenómenos:

— La diferencia entre las series subbéticas y penibéticas.

— Existencia de silicificaciones que han atravesado la potente estratificación de las calizas jurásicas, sustituyendo a los carbonatos. Estas bandas poseen a veces cuatro o cinco metros de espesor y son muy numerosas.

Si estas calizas perteneciesen al Subbético propiamente dicho, difícilmente podrían penetrar estas silicificaciones hasta el Jurásico, ya que el Triásico subbético, predominantemente margoso, habría sellado las vías posibles de penetración para los fluidos silicificantes.

— La Sierra de María está claramente sobre el Cretácico Superior Subbético y también sobre la serie Eoceno-Oligoceno-Aquitaniense.

Todo este conjunto, además, cabalga sobre la formación Solana (Oligoceno-Mioceno Inferior?), perteneciente a la Zona Intermedia.

En todos los bordes de la Sierra, tanto en el este como por el norte, esta posición tectónica se hace evidente. Además, y esto es un hecho de gran interés, en el cortijo del Peral, en el interior de la Sierra, hay una ventana tectónica en la que aflora el Cretácico Superior y el Albiense. Al SO. de esta ventana, aparece otra más pequeña, en la que bajo todo el Jurásico aparece la Formación Solana. Más hacia el oeste, en dirección al Peñón de las Cucalás, a la altura de un cortijo abandonado, hay otra nueva ventana tectónica, que hace aflorar el Eoceno Superior-Oligoceno, cabalgado y pellizcado por el Jurásico.

— El cerro de las Tejeras, al NE. de Vélez Blanco, es un perfecto «klippe» tectónico.

— Toda la Sierra del Gigante y la de Pericay está claramente cabalgando sobre las series subbéticas.

— El Jurásico y el Cretácico penibéticos de la Serrata, Cerro Gordo, Piedras Bermejas y Sierra Larga, igualmente están deslizados sobre la serie subbética autóctona.

Si no admitimos esta aloctonía resultarían muy difíciles de explicar los siguientes hechos:

a) La ventana tectónica al N. del Cortijo de Taibena, donde aparece el Cretácico Superior rodeado y debajo de las calizas Jurásicas.

b) En el Valle al N. de la Muela Grande, entre el Cortijo del Pino y el de Piedras Bermejas, existe una suave colina alargada en esta dirección, donde se puede observar el Cretácico Superior con olistostromas descansando sobre margas aquitanienses. Igual ocurre un poco más hacia el norte.

c) Toda la serie del Cretácico Superior con olistostromas del Cortijo del Puerto y de la Hoya de las Vacas, descansa sobre el Cretácico Inferior, Albiense, Cretácico Superior, e incluso Eoceno de la serie autóctona.

d) En el Collado de Calderón, el Cretácico Superior con olistostroma se apoya sobre Paleoceno y Eoceno. Al norte de Cerro Calderón, incluso en el mismo camino forestal al este del Cortijo del Molino del Alcaide, se observan retazos de margas albienses con olistostromas encima del Priabonense y Oligoceno de la serie autóctona.

e) El frente de toda esta unidad Penibética se clava mecánicamente en la serie Cretácico Superior-Eoceno. Al N. de la Serrata de Guadalupe se observan calizas jurásicas debajo del Cretácico Superior y a la vez encima, ya que al frenarse el frente, parte de la escama, o fallas inversas existentes, han continuado como plano de deslizamiento permitiendo el avance de estas calizas por encima del frente en dirección norte, donde a veces provocan el cepillamiento y despegue en parte de la serie autóctona, a la que arrastran parcialmente.

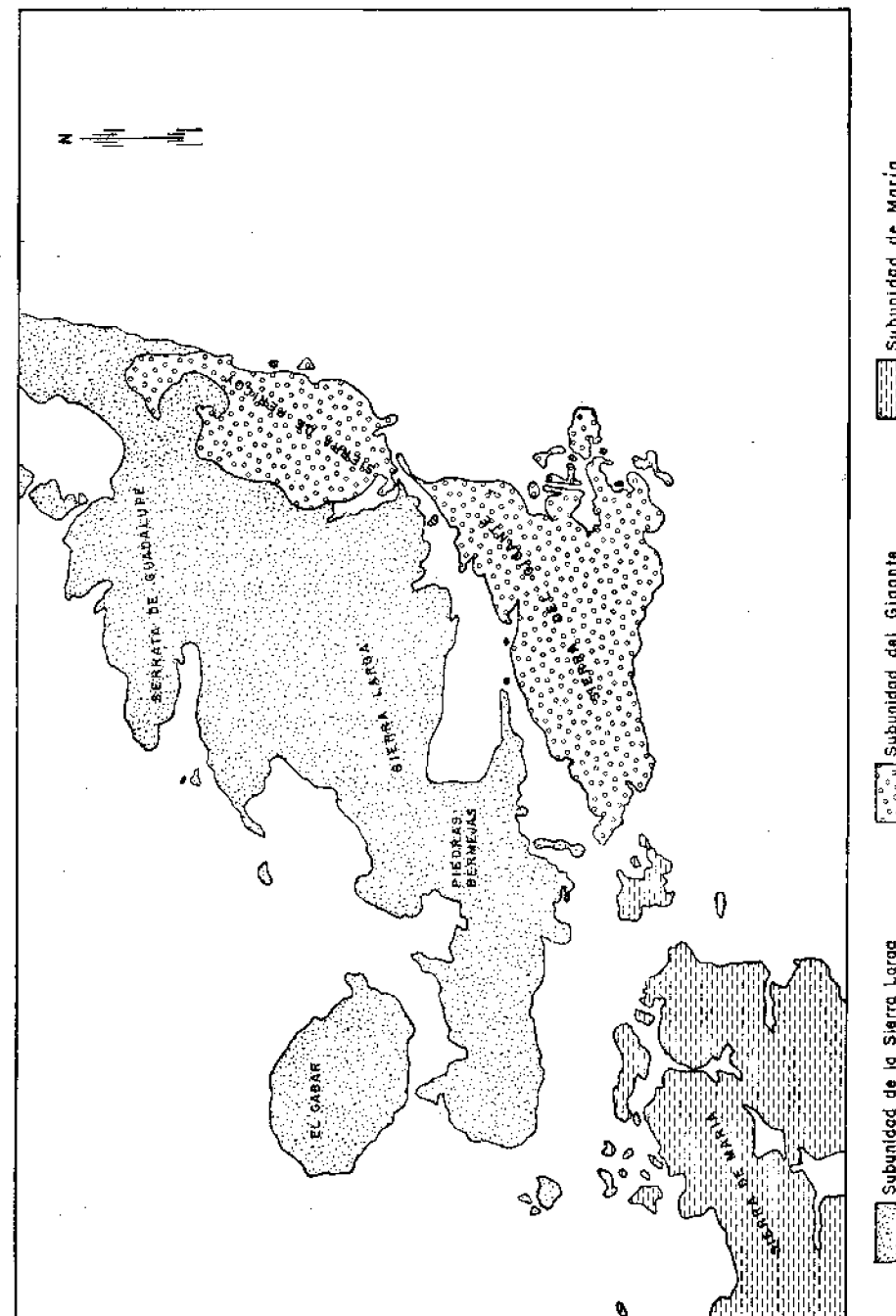
Igualmente, se puede observar aquí cómo las estructuras de las series alóctonas, que durante un recorrido de varios kilómetros son de dirección OSO.-ENE., se inflexionan y pasan a tomar la dirección SSO.-NNE.

El macizo de Gabar también representa para nosotros un gran «klike» tectónico, puesto que si bien existen numerosas fallas, éstas sólo afectan al Jurásico y Cretácico Inferior radiolarítico. Además, las estructuras del subbético, sus materiales y sus rumbos continúan igual a un lado y otro del Gabar.

Dentro del Penibético, es posible distinguir tres subunidades (ver gráfico).

La septentrional (o de la Sierra Larga), se caracteriza porque sólo aparecen dolomías en su parte occidental. Posee toda la serie, descrita anteriormente: Cretácico Inferior, Aptiense-Albiense, Cretácico Superior, Luteciense, etc. Los contactos entre las diversas formaciones que la componen suelen estar mecanizados.

#### SUBUNIDADES TECTONICAS DEL PENIBETICO



Está afectada por numerosas fallas, originadas en las compresiones antes del deslizamiento y rejuvenecidas en la distensión posterior, ya que no afectan a la serie autóctona. Cabalgan o se clavan en la serie subbética.

La subunidad central o del Gigante, se caracteriza por la falta de afloramientos de dolomías, la gran potencia de calizas oolíticas y la ausencia casi total de series posteriores al Jurásico. La ausencia de estos elementos del Jurásico y Cretácico nos hace sospechar que bien pudieran haber sido estas series las que han alimentado los olistostromas presentes en la subunidad más septentrional, debido a un levantamiento de estas calizas respecto a esta subunidad situada en las cercanías. Esto es un tanto difícil de demostrar, ya que la erosión posterior ha borrado cualquier testimonio.

Tectónicamente cabalga al Subbético y en parte a la subunidad situada más al norte.

La subunidad más meridional o de María, está constituida por la Sierra de María.

Se caracteriza por: Serie jurásica, con gran potencia de dolomías, que afloran además en una gran extensión. El Jurásico Superior y el Cretácico Inferior están poco representados.

Tectónicamente, la constituyen pliegues, generalmente vergentes al norte y atravesados por numerosas fallas transversales. Cabalga al Cretácico Superior subbético y a la Formación Solana de la Zona Intermedia. Parece ser que esta subunidad es la más afectada por un retrocabalgamiento hacia el sur, posterior a su deslizamiento.

Es evidente que la presencia de olistostromas indica un desequilibrio o inestabilidad tectónica, de carácter isostático, en la región en la que estos materiales penibéticos se depositaron. Estos movimientos empezaron a manifestarse en el Aptiense-Albiense. No deja de llamar la atención que en el Complejo Maláguide de la Sierra Espuña, a esta altura estratigráfica se ha observado una emersión. Algunos autores franceses (AZEMA) citan hiatos a esta altura estratigráfica en el Maláguide. En nuestra zona, no hemos podido evidenciarlo. También hemos observado, aunque localmente, brechas intraformacionales en el Jurásico oolítico.

## 2.4 LA TECTONICA EN EL SUBBETICO

En la serie que consideramos como Subbético no observamos pruebas de movimientos importantes en el Mesozoico. Sólo en el Aptiense-Albiense existen detriticos no calcáreos (cuarzo, mica y hasta feldespato) que indican un desequilibrio en las zonas béticas situadas al sur.

En el Eoceno, y localmente, aparecen calcarenitas con estructuras turbidíticas, que prueban la existencia de movimientos verticales en áreas vecinas.

A partir del Eoceno Medio-Superior y hasta el Aquitaniense, la sedimentación tranquila de carácter pelágico se altera y comienza a aparecer sedimentación de detriticos transportados gravitacionalmente, posiblemente por corrientes de turbidez. Aparecen localmente tobas volcánicas interestratificadas y niveles de sílex, y zonalmente grandes acumulaciones de glauconita. Todo ello nos indica una inestabilidad con movimientos verticales en áreas muy cercanas.

Dentro de la tectónica alpina propiamente dicha, se pueden observar dos o tres fases. Una primera fase en la que se originan pliegues y pliegues falla, a menudo cabalgantes hacia el sur. A veces, como ocurre en el ángulo NO. de la Hoja, estos planos de falla, al alcanzar las margas albienses, muy plásticas, han actuado como planos de despegue, y parte de la serie Cretácico Superior-Paleógeno se han situado mecánicamente encima de las margas albienses o de pliegues que implican desde el Albiense al Eoceno Inferior.

Esta primera fase ha sido posterior al Aquitaniense, al cual afecta, pero anterior al Burdigaliense Superior.

Con posterioridad a esta fase se produjo el deslizamiento del Penibético, que tampoco parece afectar al Burdigaliense Superior. Este deslizamiento originó localmente fuertes cambios en la vergencia de muchos pliegues, con retrocabalgamientos hacia el norte, fracturas de vergencia sur, e incluso deslizamientos locales del Cretácico Superior Subbético sobre el Jurásico Penibético. Igualmente, se producen inflexiones en el rumbo de algunas estructuras ya existentes.

La tercera fase, afectó y dio lugar a cabalgamientos y deslizamientos hacia el sur de series ya plegadas, sobre las formaciones de la Zona Intermedia. Esta fase afectó a la Formación Espejos y es, por tanto, posterior al Langhiense Inferior o parte basal del Mioceno Medio.

Este deslizamiento hacia el sur ya ha sido descrito en la Hoja de Coy, donde el Subbético cabalga sobre una formación terciaria de edad Burdigaliense Superior-Langhiense Inferior (correlacionable con la Formación Espejos de nuestra zona).

## 2.5 LA TECTONICA DE LA ZONA INTERMEDIA

Como ya hemos dicho, la Zona Intermedia está compuesta por formaciones terciarias, cuyos detriticos reflejan parte de la historia tectónica de las zonas circundantes. Las tres formaciones están tectonizadas.

### LA FORMACION CIUDAD DE GRANADA (OLIGOCENO-MIOCENO INFERIOR)

Recubre transgresivamente al Complejo Maláguide; sólo posee detriticos derivados de él. Está involucrada en las dos fases tectónicas que afectan



a este complejo. No contiene detríticos procedentes del Subbético o del Alpujárride.

Se han encontrado rocas de esta formación asociadas al Maláguide, en enclaves situados al sur del núcleo Bético de Sierra Nevada. Sólo se han encontrado recubriendo las subunidades superiores en las que se puede dividir el complejo Maláguide. En cuanto a su emplazamiento original existen varias hipótesis (ver GEEL, 1973). Nosotros pensamos que la tercera posibilidad, citada por T. GEEL, es la que parece tener más visos de realidad: Que el Complejo Maláguide tenga una procedencia mediterránea y que la formación Ciudad de Granada se depositó en una zona intermedia entre la de deposición del Bético de Málaga y la zona en que ahora se encuentra. La sucesión de acontecimientos pudo haber sido como sigue:

1. Apilamiento de subunidades con metamorfismo regional y traslación hacia el norte de todo el edificio Bético.
2. Deposición de la formación Ciudad de Granada y nuevo transporte hacia el norte de todo el conjunto con alteración de la disposición original (primera fase de esta zona).
3. Deslizamiento hacia el sur (segunda fase de esta zona).

#### LA FORMACION ESPEJOS (BURDIGALIENSE SUPERIOR-LANGHIENSE INFERIOR)

Se ha depositado en su situación actual, recubriendo al Complejo Maláguide y a la formación Ciudad de Granada. Está cabalgada por el Penibético, por el Subbético y por la formación Solana. Este cabalgamiento correspondería a la tercera fase tectónica del Subbético.

La formación Espejos es más joven que la segunda fase, que afecta al Complejo Maláguide y a la formación Ciudad de Granada.

Estas formaciones contienen detríticos de todas las zonas circundantes: Alpujárrides, Maláguides, Subbéticas, Penibéticas, etc. Fueron transportados por gravedad.

#### LA FORMACION SOLANA

Es muy enigmática, confinada en la parte sur del Subbético y Penibético y apareciendo en ventanas tectónicas. Como hemos dicho, cabalga a la formación Espejos.

Está fuertemente tectonizada, con sus estratos frecuentemente volcados o casi verticales, fenómenos debidos en parte al cabalgamiento por el Subbético. Su edad es desconocida, ya que las margas y arcillas que la componen son azoicas y las areniscas son de carácter turbidítico con fauna resedimentada.

## 2.6 LA TECTONICA POST-MANTO

Sólo los materiales del Mioceno Inferior-Medio suelen estar levemente plegados en la zona central y septentrional de la Hoja. En el sur (formación Espejos) estos materiales están cabalgados, como ya dijimos, por el Subbético, Penibético y formación Solana.

Con posterioridad, se producen fallas que rompen en bloques todos los edificios tectónicos, con basculamiento y elevación del Subbético y Penibético. Este fenómeno se prolonga hasta épocas recientes, como lo atestiguan los depósitos pliocenos y cuaternarios colgados y con un buzamiento contrario al normal de depósito.

## 3 HISTORIA GEOLOGICA

Modo de deposición y procedencia:

### 3.1 COMPLEJO ALPUJARRIDE

La serie estratigráfica del Complejo Alpujárride indica un cambio brusco en las condiciones de depósito, probablemente producido cerca del límite Triásico Inferior-Triásico Medio. La historia geológica en la serie Pérmico-Triásica, consistente fundamentalmente en rocas pelíticas metamórficas con algunas intercalaciones carbonatadas, es incierta, posiblemente existió una sedimentación en medio acuoso tranquilo y poco profundo.

Las calizas y dolomías del Triásico Superior se depositaron en medio marino. Muchos autores creen en una procedencia meridional de este Complejo, aunque no puede quedar excluida una posible procedencia septentrional.

### 3.2 COMPLEJO MALAGUIDE

Se puede establecer una cierta secuencia de acontecimientos en esta cuenca o parte de cuenca:

Desde el Silúrico al Devónico Superior, se depositaron en un medio acuoso relativamente tranquilo, materiales de origen clástico, finamente gradados, calizas pelágicas y sílex.

A veces, durante el Devónico Superior y Carbonífero Inferior, hay un período de inestabilidad que se refleja en una afluencia masiva de materiales clásticos y polimícticos, aportados por gravedad en forma de corrientes

de turbidez. A este período corresponden los depósitos de grauvacas y las facies carbonatadas equivalentes: calizas alabeadas.

En períodos relativamente tranquilos, se depositaron las calizas de conodontos.

Durante el Viseliense, la presencia de un conglomerado muy grueso nos indica un importante movimiento vertical. Sería poco probable la hipótesis de que este término conglomerático haya sufrido un largo transporte.

Las series Pérmico-Triásicas se depositaron en un régimen fluvial o lagunar poco profundo.

Durante el Jurásico se depositaron los sedimentos en un medio marino poco profundo, con cierta energía en el depósito (oolitos) y con aporte de terrígenos.

En el Cretácico Inferior, las condiciones de depósito eran marinas someras, con emersiones en algunos puntos. En el Cretácico Superior, la sedimentación era marina y profunda, pero cercana a la costa.

Durante el Paleoceno, es posible que se produjera una emersión; faltan sedimentos de esta edad. En el Eoceno las condiciones de sedimentación eran marinas poco profundas.

En cuanto a la procedencia del Complejo Maláguide, es aún muy discutida. Los autores de la Memoria consideran que el Complejo Maláguide de esta zona se depositó al norte del Complejo Alpujárride y al sur del Penibético. Sería parautóctono en esta región y posteriormente alóctono (en las manchas situadas más al sur) con derivación septentrional.

### 3.3 PENIBETICO

Durante el Jurásico Inferior existió una cuenca con fuertes mareas. En el Jurásico Medio y parte del Superior debió de existir un ambiente correspondiente a aguas someras y de mar abierto en una región con gran subsidencia. Durante el Jurásico Superior se produce una sedimentación condensada. Durante el Jurásico Superior y Cretácico Inferior se va produciendo un hundimiento en la cuenca, probablemente con un enriquecimiento ambiental en sílice (radiolaritas).

Durante el Aptiense-Albiense la sedimentación es de ámbito profundo con ambiente pelágico. Durante este período hay elevaciones en zonas de la cuenca, con erosión (probablemente subacuática) y transporte gravitacional del material evacuado hacia zonas profundas, dando lugar a olistostromas. Este mismo ambiente permanece durante el Cretácico Superior.

El Paleoceno no se ha encontrado; quizá pueda faltar. El Eoceno, en parte, es pelágico, pero aparecen en él turbiditas que han arrastrado grandes nummulites. El Oligoceno-Aquitaniense es discordante, de facies someras y mostrando un elevado contenido en detriticos no calcáreos.

De acuerdo con nuestra recomposición geográfica, el Penibético se depositaría al sur del Subbético y al norte del Complejo Maláguide.

### 3.4 SUBBETICO

En el Subbético la sedimentación es de ambiente marino, tranquilo y profundo desde el Cretácico Superior al Maastrichtiense o Eoceno Medio, según las zonas. La presencia de cuarzo, mica y hasta feldespato en el Aptiense-Albiense habla de aportes del Bético. El resto de la sedimentación hasta el Aquitaniense muestra una gran riqueza de detriticos transportados gravitacionalmente a la cuenca, tobas volcánicas, glauconita, sílex, etc., lo que indica la existencia de zonas cercanas emergidas y con vulcanismo. El ambiente pelágico domina aún.

El Subbético se depositó al sur del Prebético y al norte del Penibético.

### 3.5 ZONA INTERMEDIA

La formación Ciudad de Granada se depositó sobre parte del Complejo Maláguide en un ambiente de aguas marinas someras (arrecifes). Se supone que se produjeron numerosos desequilibrios en la cuenca, que dieron lugar a posibles emersiones y transportes gravitacionales. Sobre su origen e historia tectónica se habló en el apartado 2.5.

La formación Espejos, que es autóctona, y que lleva detriticos de todas las formaciones de la Hoja, se debió de depositar en una zona de surco, relativamente profunda, en la que convergían grandes cantidades de detriticos, transportados por gravedad desde las márgenes.

La formación Solana tiene unas características tan peculiares que su historia geológica sólo puede comentarse como una serie de posibilidades entre las que tomar unas como definitivas es difícil: ¿autóctona o alóctona? ¿marina o lacustre?

### 3.6 MATERIALES POST-MANTO

El Burdigaliense Superior-Langhiense Inferior está relacionado con la formación Espejos, ya que poseen ambas la misma edad.

En el norte, sobre el Subbético, se depositaron calizas más esparíticas en un medio marino y somero con bastante energía, que al batir la costa arrancaba elementos que se resedimentaban en la nueva formación.

Al NE. de Vélez Blanco, se depositó una facies parecida a la de la formación Espejos, pero que no fue afectada por los cabalgamientos finales de la zona sur del Subbético. Durante el Mioceno Superior, prácticamente la zona que abarca esta Hoja estaba emergida; sólo se sedimentaban en am-

biente marino los materiales de la cuenca de Lorca, cuya zona terminal entra un poco por el SE. en esta Hoja y en el pasillo Vélez-Blanco-María.

Durante el Plioceno, las zonas más deprimidas tienden a colmatarse con sedimentos lacustres y fluviales.

Durante el Cuaternario se produce un aumento de la actividad erosiva sobre las formas jóvenes de relieve, que se manifiesta con la aparición de niveles de glaciés de gran extensión. Estos glaciés están sometidos a algunos movimientos tectónicos tardíos, que reactivan la erosión, producen nuevos niveles de glaciés y permiten la aparición de potentes pie de monte.

## 4 MINERIA Y CANTERAS

### 4.1 MINERIA

Sólo hemos localizado algunas calicatas y minitas en el Complejo Maláguide, tanto en el Paleozoico como en el Pérmico-Triásico, pero siempre cerca de las diabasas.

Se trata de antiguas explotaciones de manganeso. En una de estas explotaciones, la mayor, se localizó el mineral en fracturas y a veces penetrando en los planos de estratificación de las dolomías Triásicas. Las muestras recogidas llegan a tener hasta un 35 por 100 de manganeso y hierro (en óxidos), el resto es sílice primaria, algo de calcedonia y sericita, a veces con bandas de dolomita y siderita.

En cuanto al origen de estas mineralizaciones, parece claro que se deben a aportes por aguas hidrotermales tardías, en relación con manifestaciones volcánicas muy cercanas (diabasas).

También se ha encontrado (ROEP) azurita y malaquita en cuarzo, en las filitas alpujárrides. Esta mineralización parece también estar en estrecha relación con los cuerpos de diabasas.

### 4.2 CANTERAS

Como piedras ornamentales y material de construcción, se han explotado las calizas jurásicas del Penibético.

Existen explotaciones de yesos en el Pérmico-Triásico del Maláguide. Sus arcillas también se explotan para cerámica.

En dos formaciones de la Hoja: Formación Solana y Aptiense-Albiense del Subbético, se han localizado zonas con considerables proporciones de montmorillonita. Las muestras de la segunda de las formaciones citadas llegan a contenidos de un 50-60 por 100 en montmorillonita, aunque, en general, son bastante cálcicas.

## 5 HIDROGEOLOGIA

En la Hoja sólo hay dos o tres formaciones que por sus características litológicas pueden constituir acuíferos.

Las calizas jurásicas del Penibético son las más interesantes. No obstante, las características morfológicas y estructurales les restan muchas posibilidades. Morfológicamente forman fuertes cuevas, escarpes y cumbres elevadas, donde la escorrentía es muy grande. Tectónicamente ya hemos dicho que se trata de una formación alóctona, que descansa sobre materiales impermeables del Subbético. Por lo general, este contacto está colgado, drenándose el acuífero en forma de manantiales, como los del Arco y la Junquera en Vélez Blanco, el de los Molinos más hacia el sur y el de las Fontanosas, río Alcaide, etc.

Sóloamente entre la Sierra Larga y la Serrata de Guadalupe este contacto no queda topográficamente colgado y es posible en alguna de las muchas fracturas que existen obtener algún caudal interesante.

Las calizas terciarias suelen estar acompañadas de margas, y si no lo están aparecen colgadas. Su interés es reducido.

Por último, citaremos los depósitos cuaternarios, que sólo pueden resolver problemas locales y de corto alcance.

## 6 PETROGRAFIA

Las rocas ígneas y metamórficas ocupan muy pequeña extensión dentro de la superficie total de la Hoja.

Las manifestaciones intrusivas están restringidas al Complejo Alpujárride y al Complejo Maláguide. Las intrusiones son masivas, discordantes (en ocasiones parcialmente concordantes), de pequeñas dimensiones y, generalmente, de forma irregular.

Son diabasas y más excepcionalmente rocas volcánicas.

Las diabasas presentan textura subofítica con cristales de plagioclasa sericitizada y zonada, piroxeno alotriomorfo, y anfíbol, biotita y clorita procedentes en gran parte de la parcial transformación del piroxeno; el mineral metálico es ilmenita y/o titanomagnetita parcialmente alterado a óxidos de hierro, leucóxeno y esfena. También encontramos textura porfídica con matriz intergranular, en la que los fenocristales del componente máfico (posible piroxeno) totalmente cloritizados y/o serpentinizados están rodeados por cristales tabulares de plagioclasa, entre los que se sitúa abundante m. de hierro, m. máfico cloritizado y serpentizado y carbonato.